

06 JUL

PCT/JP03/00710

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

27.01.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年12月26日

REC'D 21 MAR 2003

出願番号

Application Number:

特願2002-377845

WIPO PCT

[ST.10/C]:

[JP2002-377845]

出願人

Applicant(s):

日本鋼管株式会社

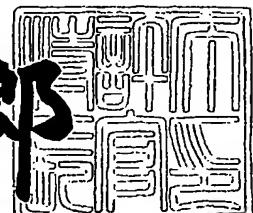
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 3月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3013199

【書類名】 特許願
【整理番号】 2002-00709
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B22D 11/10
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内
【氏名】 鈴木 幹雄
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内
【氏名】 淡路谷 浩
【特許出願人】
【識別番号】 000004123
【氏名又は名称】 日本鋼管株式会社
【代理人】
【識別番号】 100116230
【弁理士】
【氏名又は名称】 中濱 泰光
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 000642
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0012724
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アルミキルド鋼の連続鋳造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 浸漬ノズルを用いて鋳型内にアルミキルド溶鋼を注入する際に、Mgガス、Caガス、Ceガスのうちの1種以上を、搬送用ガスとしての不活性ガスと共に浸漬ノズルの側壁部に導入し、導入したMgガス、Caガス、Ceガスのうちの1種以上を浸漬ノズル内壁表面から排出させ、浸漬ノズル内壁表面に接觸している部位の溶鋼中のSと反応させることを特徴とする、アルミキルド鋼の連続鋳造方法。

【請求項2】 浸漬ノズルを用いて鋳型内にアルミキルド溶鋼を注入する際に、前記浸漬ノズルを、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上と耐火物材料とで構成し、Mgガス、Caガス、Ceガスのうちの1種以上を浸漬ノズル内壁表面から排出させ、浸漬ノズル内壁表面に接觸している部位の溶鋼中のSと反応させることを特徴とする、アルミキルド鋼の連続鋳造方法。

【請求項3】 前記金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Ce粉末の大きさは、0.1mm～3mmであり、浸漬ノズルにおけるその配合比率は3mass%～10mass%であることを特徴とする、請求項2に記載のアルミキルド鋼の連続鋳造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、アルミキルド鋼の連続鋳造方法に関し、詳しくは、溶鋼中の Al_2O_3 による浸漬ノズルの閉塞を防止することのできる連続鋳造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

アルミキルド鋼は、酸化脱炭精錬された溶鋼がA1によって脱酸され、酸化脱炭精錬により増加した溶鋼中の酸素が除去されて製造される。この脱酸工程で生成した Al_2O_3 粒子（アルミナ粒子）は、溶鋼と Al_2O_3 との密度差を利用

して溶鋼から除去されているが、数 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の微小な Al_2O_3 粒子の浮上速度は極めて遅く、浮上分離に長時間を要するため、実際のプロセスでは、このような微小の Al_2O_3 粒子を完全に浮上・分離させることは極めて困難であり、そのため、アルミキルド溶鋼中には微細な Al_2O_3 粒子が懸濁した状態で残留する。

【0003】

鋼の連続鋳造では、タンディッシュから鋳型へと溶鋼を注湯する際に、耐火物製の浸漬ノズルを用いて注湯している。この浸漬ノズルに求められる特性としては、耐熱衝撃性及びモールドパウダーや溶鋼に対する耐溶損性に優れることであり、そのため、これらの特性に優れる Al_2O_3 -黒鉛質の浸漬ノズルが広く用いられている。しかしながら、 Al_2O_3 -黒鉛質の浸漬ノズルを用いてアルミキルド鋼を鋳造すると、溶鋼中に懸濁している Al_2O_3 粒子が浸漬ノズル内壁表面に付着・堆積して、浸漬ノズルの閉塞が発生すると云う問題が発生する。

【0004】

浸漬ノズルが閉塞すると、鋳造作業上及び鋳片品質上で様々な問題が発生する。例えば、鋳片引き抜き速度を低下せざるを得ず、生産性が落ちるのみならず、甚だしい場合には、鋳込み作業そのものの中止を余儀なくされる。又、浸漬ノズル内壁表面に堆積し、粗大化した Al_2O_3 粒子が突然剥離し、鋳型内に排出され、これが鋳型内の凝固シェルに捕捉された場合には製品欠陥となり、製品歩留まりの低下につながる。

【0005】

このような理由から、アルミキルド鋼を連続鋳造する際に発生する、浸漬ノズル内壁表面における Al_2O_3 の付着・堆積機構並びにその防止方法が、従来から盛んに研究されてきた。

【0006】

従来考えられている Al_2O_3 付着機構としては、①：溶鋼中に懸濁している Al_2O_3 粒子が浸漬ノズル内壁に衝突して堆積する、②：浸漬ノズルを通過する溶鋼の温度が下がり、そのために溶鋼中の Al 及び酸素の溶解度が低下し、 Al_2O_3 が晶出して内壁に付着する、③：浸漬ノズル中の SiO_2 と黒鉛とが反

応して SiO が生成し、これが浸漬ノズルの内壁表面で溶鋼中の Al と反応して Al_2O_3 を生成し、生成した Al_2O_3 が浸漬ノズルの内壁を覆い、その上に溶鋼中に懸濁していた微細な Al_2O_3 粒子が衝突して堆積する、等が提言されている。

【0007】

そして、これらの付着・堆積機構に基づき、①：浸漬ノズル内壁に Ar ガスを吹き込んで浸漬ノズル内壁と溶鋼との間にガス膜をつくり、 Al_2O_3 が壁に接触しないようとする（例えば特許文献1参照）、②：浸漬ノズル内壁側の溶鋼温度が下がらないようにするため、浸漬ノズルの一部を導電性セラミックスで形成し、当該部分を浸漬ノズルの外部から高周波加熱する、又は、浸漬ノズルの壁からの伝熱量を下げるために2層にする若しくは断熱層を浸漬ノズル側壁部に設置する（例えば特許文献2参照）、③：酸素源となる SiO_2 の添加量を少なくした材質の浸漬ノズルを用い、 Al_2O_3 の生成を抑える（例えば特許文献3参照）等の Al_2O_3 付着防止対策が提言されている。

【0008】

この他に更に、浸漬ノズル内壁に付着した Al_2O_3 を除去する手段として、④：浸漬ノズル材質に Al_2O_3 と化合して低融点化合物をつくる成分を含有させ、浸漬ノズル内壁に付着した Al_2O_3 を低融点化合物として流出させる Al_2O_3 付着防止対策（例えば特許文献4参照）も提言されている。

【0009】

【特許文献1】

特開平4-28463号公報

【0010】

【特許文献2】

特開平1-205858号公報

【0011】

【特許文献3】

特開平4-94850号公報

【0012】

【特許文献4】

特開平1-122644号公報

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の各対策には以下の問題点がある。即ち、上記①の対策では、浸漬ノズル内に吹き込んだArガスの一部は鋳型内の溶鋼表面から放散できずに凝固シェルに捕捉される。Arガスが捕捉されて生成した気孔中には介在物が同時に見つかることが多く、これが製品欠陥になる。又、鋳片表層部に捕捉された場合には、気孔内面が連続鋳造機内や圧延前の加熱炉内で酸化され、これがスケールオフされずに製品欠陥となる場合もある。

【0014】

上記②の対策では、浸漬ノズル内壁での鋼の凝固を防ぐ効果はあるが、Al₂O₃付着を防止する効果は少ない。溶鋼中に浸漬しているノズル内壁部分でもAl₂O₃の付着・堆積が多いことからも明らかである。

【0015】

上記③の対策では、浸漬ノズル材質中のSiO₂が低下するため、浸漬ノズルの耐熱衝撃性が劣化する。通常、浸漬ノズルは予熱した後に使用される。それは耐火物が熱衝撃に弱く割れるためである。SiO₂は耐熱衝撃性を向上する効果が極めて高く、SiO₂の含有量を下げることにより、鋳造開始時の溶鋼の通過直後、浸漬ノズルに割れの発生する頻度が非常に高くなる。

【0016】

又、上記④の対策では、例えばCaOを浸漬ノズルの構成材料として添加して、CaOとAl₂O₃とを化合させて低融点化合物を生成させ、この低融点化合物を溶鋼と一緒に鋳型内へ注入することにより、浸漬ノズル内壁のAl₂O₃付着を防止することはできるが、介在物の原因となる低融点化合物を鋳型内へ流出させるため、鋳片の清浄性が劣化するという問題点がある。更に、浸漬ノズルの内壁が損耗していくので、長時間の鋳造には適していない。

【0017】

このように従来のAl₂O₃付着防止対策は、浸漬ノズルの閉塞は防止可能で

あっても鋳片中の介在物を増加させたり、又は操業の安定性を阻害したりして、操業面及び鋳片品質面の全ての面で満足する Al_2O_3 付着防止対策は、未だ確立されていないのが実状である。

【0018】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、アルミニルド鋼の連続鋳造の際に、鋳片の清浄性を損なうことなく且つ連続鋳造操業の安定性を阻害することなく、溶鋼中の Al_2O_3 による浸漬ノズルの閉塞を防止することができる連続鋳造方法を提供することである。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明者等は、 Al_2O_3 粒子の浸漬ノズル内壁表面への付着・堆積機構を解明するために、 Al_2O_3 - 黒鉛質の耐火物材料で作製した耐火物棒をアルミニルド溶鋼中に浸漬させ、 Al_2O_3 付着試験を行った。

【0020】

そして、付着・堆積に及ぼす溶鋼中の S 濃度の影響を調べた結果、以下の事実を見出した。即ち、①：溶鋼中の S 濃度が高くなるほど、 Al_2O_3 付着厚みが厚くなる、②：溶鋼中 S 濃度を 0.002 mass% 以下にすると、 Al_2O_3 の付着現象は起こらない、③：S と同じように、表面活性元素である Se や Te でも、①や②の現象が起こる。

【0021】

これらの結果から、 Al_2O_3 の付着機構を次のように考えた。即ち、表面活性元素である S 原子は、浸漬ノズルの内壁面と溶鋼との界面に集積する性質があるため、S 濃度はノズル内壁面側で高く、壁面から離れるにしたがって低くなる濃度分布を形成している。この場合に、ノズル内壁面から離れる方向を“正”とすると、濃度勾配は“負”の濃度勾配になる。この濃度境界層に Al_2O_3 粒子が侵入した場合、 Al_2O_3 粒子のノズル内壁面側の S 濃度は高く、反対側の S 濃度は低くなる。 Al_2O_3 と溶鋼との間の界面張力は S 濃度に著しく依存することが知られており、S 濃度が高くなるほど界面張力は小さくなる。そのため、 Al_2O_3 粒子のノズル内壁面に近い側で界面張力が小さく、反対側のノズル内

壁面から遠い側で界面張力が大きくなる。この界面張力の差によって、 Al_2O_3 粒子はノズル内壁表面側に吸引され、内壁表面に堆積していく。

【0022】

この場合、溶鋼中の S 濃度が高くなると、ノズル内壁面と溶鋼との界面の S 濃度が高くなると共に濃度境界層の厚みが広がるので、 Al_2O_3 粒子は濃度境界層に侵入し易くなり、且つノズル内壁面側への吸引力も大きくなるため、 Al_2O_3 付着量が増大し、一方、溶鋼中 S 濃度を極端に低下させると、界面の S 濃度が低下し、濃度境界層厚みも薄くなるので、 Al_2O_3 粒子は濃度境界層に侵入し難くなり、且つノズル内壁面側への吸引力も小さくなるため、 Al_2O_3 付着が起こり難くなる。

【0023】

Al_2O_3 付着機構をこのように考えた場合、ノズル内壁面と溶鋼との界面の S 濃度を溶鋼中の S 濃度よりも低下させると、界面張力による吸引力は逆に反撥力に変わり、 Al_2O_3 粒子はノズル内壁から反撥するように離れていくことになる。

【0024】

そこで、ノズル内壁面と溶鋼との界面の S 濃度を低下させる方法を種々検討し、Mg ガス、Ca ガス、Ce ガス等の S と親和力の強いガスを浸漬ノズル内壁表面から放出させ、S と反応させて、溶鋼中の S を固定化することによってノズル内壁近傍から S を除去する試験を試みた。

【0025】

試験は、 Al_2O_3 - 黒鉛質耐火物材料からなる浸漬ノズルを丸棒に加工し、この丸棒の軸心にシリンダー状に孔加工し、その孔の中に、金属 Mg、金属 Ca、金属 Ce のなかから選択した 1 種と炭素粉末とが混合・充填された試験片を、減圧可能なチャンバー内で溶解したアルミキルド溶鋼に浸漬させ、チャンバー内を大気圧以下に減圧（約 0.7 気圧）して Al_2O_3 付着試験を行った。金属及び炭素粉末が充填された孔の中は大気圧に保持しており、試験片内部では、溶鋼の熱により金属 Mg、金属 Ca、金属 Ce はガス化し、それぞれ、Mg ガス、Ca ガス、Ce ガスとなり、孔内部の圧力とチャンバー内との圧力の差によって、

Mgガス、Caガス、Ceガスは試験片を透過して試験片表面から溶鋼中に放出される。

【0026】

この試験結果から、試験片表面には Al_2O_3 粒子が全く付着しないことを確認した。又、試験片表面には、MgS、CaS及びCeSが生成していたことも確認した。これらの結果から、試験片を透過した、Sと親和力の強いガスと、溶鋼中のSとが反応し、試験片表面近傍ではS濃度が低下して、“正”のS濃度勾配が形成されたものと想到された。又、これらの試験から、上記 Al_2O_3 付着機構は妥当であることが確認された

本発明は、上記試験結果に基づきなされたもので、第1の発明に係るアルミキルド鋼の連続铸造方法は、浸漬ノズルを用いて鋳型内にアルミキルド溶鋼を注入する際に、Mgガス、Caガス、Ceガスのうちの1種以上を、搬送用ガスとしての不活性ガスと共に浸漬ノズルの側壁部に導入し、導入したMgガス、Caガス、Ceガスのうちの1種以上を浸漬ノズル内壁表面から排出させ、浸漬ノズル内壁表面に接触している部位の溶鋼中のSと反応させることを特徴とするものである。

【0027】

第2の発明に係るアルミキルド鋼の連続铸造方法は、浸漬ノズルを用いて鋳型内にアルミキルド溶鋼を注入する際に、前記浸漬ノズルを、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上と耐火物材料とで構成し、Mgガス、Caガス、Ceガスのうちの1種以上を浸漬ノズル内壁表面から排出させ、浸漬ノズル内壁表面に接触している部位の溶鋼中のSと反応させることを特徴とするものである。

【0028】

第3の発明に係るアルミキルド鋼の連続铸造方法は、第2の発明において、前記金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Ce粉末の大きさは、0.1mm～3mmであり、浸漬ノズルにおけるその配合比率は3mass%～10mass%であることを特徴とするものである。

【0029】

第1の発明では、ノズル側壁部に例えばスリットを設けて置き、このスリット内にMgガス、Caガス、Ceガスのうちの1種以上を導入する。鋳型内へ浸漬ノズルを介して溶鋼を供給する際には、スライディングノズル若しくはストッパーによって途中の断面積を縮小しながら、即ち、浸漬ノズルの断面積よりもスライディングノズル部分若しくはストッパー部分の断面積の方を小さくして流量制御しているため、高速度で溶鋼が流下している浸漬ノズルの内孔部即ち溶鋼流出孔では必ず減圧され、大気圧よりも低くなる。そのため、スリット内に導入されたガスは、浸漬ノズルを構成する耐火物材料が通常10数%から20数%の気孔率を有していることも相俟って、浸漬ノズルの溶鋼流出孔側に吸引され、内壁表面に透過する。そして、透過したMgガス、Caガス、Ceガスと溶鋼中Sとで、 $Mg(g) + [S] \rightarrow MgS(S)$ 、 $Ca(g) + [S] \rightarrow CaS(S)$ 、 $Ce(g) + [S] \rightarrow CeS(S)$ の反応が起こり、ノズル内壁表面と接触する部位の溶鋼中S濃度が低下する。その結果、ノズル内壁表面近傍の溶鋼中のS濃度は、内壁表面側で低く、内壁から離れるほど高くなるという“正”のS濃度勾配が形成され、 Al_2O_3 付着が抑制される。

【0030】

第2の発明では、連続鋳造用浸漬ノズルを、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Ce粉末のうちの1種以上と耐火物材料とで構成する。鋳造中、浸漬ノズルは、その中心部の溶鋼流出孔を流下する溶鋼によって1000°C～1600°C程度まで加熱される。浸漬ノズルの耐火物材料中に混合・配合された金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Ce粉末も、浸漬ノズルと同様に加熱され、融点以上まで加熱されるとガス化する。Mgの融点は659°C、Caの融点は843°C、Ceの融点は約650°Cであり、浸漬ノズルを構成する耐火物の内部に配合されたこれら金属粉末は十分にガス化する。

【0031】

生成されたMgガス、Caガス、Ceガスは、前述したように、圧力差によって内壁表面に透過し、そして、透過したMgガス、Caガス、Ceガスと溶鋼中Sとが反応して、ノズル内壁表面と接触する部位の溶鋼中S濃度が低下する。その結果、ノズル内壁表面近傍の溶鋼中のS濃度は、内壁表面側で低く、内壁から

離れるほど高くなるという“正”のS濃度勾配が形成され、 Al_2O_3 付着が抑制される。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1～図5は、本発明の実施の形態の1例を示す図であり、図1は、本発明を実施した連続鋳造設備の鋳型部の正面縦断面の概略図、図2～図5は、本発明を実施するために使用した浸漬ノズルの概略図である。

【0033】

図1に示すように、相対する鋳型長辺銅板11と、鋳型長辺銅板11内に内装された相対する鋳型短辺銅板12とから構成される鋳型10の上方には、内部を耐火物で施行されたタンディッシュ13が配置され、このタンディッシュ13の底部には上ノズル20が設けられ、この上ノズル20に接続して、固定板21、摺動板22、及び整流ノズル23からなるスライディングノズル14が配置され、更に、スライディングノズル14の下面側には、浸漬ノズル1が配置され、タンディッシュ13から鋳型10への溶鋼流出孔24が形成されて、連続鋳造設備の鋳型部が構成されている。

【0034】

本発明においては、Mgガス、Caガス、Ceガスのうちの1種以上（以下「金属ガス」と記す）を浸漬ノズル1の内壁表面6から溶鋼流出孔24内に排出させる必要があり、そのために用いる浸漬ノズル1としては、先ず、図2に示すような浸漬ノズル1を用いることができる。

【0035】

この場合、浸漬ノズル1には、図2に示すように、その側壁部にスリット3が設けられ、スリット3には、Arガス等の不活性ガスを搬送用ガスとして金属ガスをその内部に供給するためのガス導入管9が接続されており、そして、ガス導入管9は、金属ガスを発生させるための金属ガス発生装置8と接続している。金属ガス発生装置8は、例えば、加熱装置により金属を加熱して金属ガスを発生させる装置であり、又、ガス導入管9は、その内部を通過する金属ガスが液化・凝

縮しないように、その外周をニクロム線等の加熱装置によって加熱・保温されている。

【0036】

金属Mg、金属Ca、金属Ceのうちの少なくとも1種以上の金属（以下、まとめて「硫黄親和金属」とも記す）を金属ガス発生装置8で融点以上の温度まで加熱して金属蒸気を発生させ、それをArガス等の不活性ガスを搬送用ガスとしてガス導入管9を介して浸漬ノズル1のスリット3内に導入する。前述したように、溶鋼15の鋳造中、スリット3内に導入された金属ガスは、浸漬ノズル1の溶鋼流出孔24を流下する溶鋼15により生じる圧力差によって内壁表面6から溶鋼流出孔24内に排出される。

【0037】

浸漬ノズル1を構成するノズル母材4としては、高温強度に優れたAl₂O₃—黒鉛質耐火物、若しくは、MgO—スピネル質耐火物やスピネル質耐火物を用いることとする。スリット3の厚みは、0.5~3mmとすることが好ましい。0.5mm未満では、金属ガスが凝結してスリット3が閉塞する恐れが高くなり、一方、3mmを超えるとノズル強度の低下が現れ、浸漬ノズル1の折損事故につながる恐れがある。又、モールドパウダー18と接触する範囲に設けられるスラグライン部5としては、スラグに対する耐食性に優れる、例えばZrO₂—黒鉛質耐火物等を用いればよい。スラグライン部5の設置は必ずしも必要ではないが、浸漬ノズル1の耐用性から設置した方が好ましい。

【0038】

更に、金属ガスを浸漬ノズル1の内壁表面6から溶鋼流出孔24内に排出させるために用いる浸漬ノズル1として、図3~図5に示すような浸漬ノズル1を用いることもできる。この場合、浸漬ノズル1には、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Ce粉末のうちの少なくとも1種以上の金属粉末が配合されており、溶鋼15の鋳造中、溶鋼15の熱によって浸漬ノズル1が加熱され、それに伴って配合した金属粉末が融点以上の温度まで加熱されてガス化する。ガス化して発生した金属ガスは、溶鋼流出孔24を流下する溶鋼15により生じる圧力差によって内壁表面6から溶鋼流出孔24内に排出される。

【0039】

この場合の浸漬ノズル1は、図3に示すように、浸漬ノズル全体を、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Ce粉末のうちの少なくとも1種以上の金属粉末と、 Al_2O_3 —黒鉛質耐火物、若しくはMgO—スピネル質耐火物やスピネル質耐火物との混合物からなる耐火物材料（以下「硫黄親和金属含有耐火物材料2」と記す）で構成（「一体型」と呼ぶ）してもよく、又、図4に示すように、浸漬ノズル1の内壁表面6側のみを硫黄親和金属含有耐火物材料2とし、その他の部分を前述したノズル母材4で構成（「内挿型」と呼ぶ）してもよく、更に、図5に示すように、硫黄親和金属含有耐火物材料2を、ノズル母材4中の内壁表面6側に分散させ、埋め込んで構成（「複層型」と呼ぶ）してもよい。

【0040】

この場合、用いる金属Mg粉末、金属Ca粉末及び金属Ce粉末の大きさは、0.1mm～3mmであり、浸漬ノズルにおけるその配合比率は3mass%～10mass%であることが好ましい。これらの金属粉末が0.1mm未満では、ガス化反応時期が集中し、金属ガスを長時間に亘って発生させることが困難であり、一方、3mmを超えると、ガス化反応が緩やかに起こるのみならず、耐火物材料に配合した際に耐火物の特性を劣化させる恐れがある。又、これらの金属粉末の配合比率が、3mass%未満では金属ガスの発生量が少なく、所期の効果を得ることができず、一方、10mass%を超える場合には耐火物の特性を劣化させる恐れがある。

【0041】

このように構成される連続鋳造設備を用いて、取鍋（図示せず）からタンディッシュ13内に注入された溶鋼15を、スライディングノズル14で溶鋼流量を調整しながら、溶鋼流出孔24を経由させ、吐出孔7から吐出流19を鋳型短辺銅板12に向けて鋳型10内に注入する。注入された溶鋼15は鋳型10内で冷却されて凝固シェル16を形成し、鋳型10の下方に連続的に引き抜かれ鋳片となる。鋳型10内の溶鋼湯面17上にはモールドパウダー18を添加して鋳造する。尚、溶鋼15は、予めA1により脱酸されたアルミキルド溶鋼である。

【0042】

従来、上ノズル20、固定板21、浸漬ノズル1の何れか、若しくは2箇所以上から、溶鋼流出孔24内を流下する溶鋼15中に Al_2O_3 付着防止のためのArガスを吹き込むことが行われているが、本発明に係る浸漬ノズル1を用いた場合には、このためのArガスは吹き込む必要がない。仮に吹き込む場合には極少量のArガス吹き込みで十分である。

【0043】

このようにして鋳造することで、浸漬ノズル1内では内壁表面6側のS濃度が低く、浸漬ノズル1の中心側のS濃度が高くなり、溶鋼15と Al_2O_3 粒子との間の界面張力に差が生じ、この界面張力の差により溶鋼15中に懸濁している Al_2O_3 は浸漬ノズル1の内壁表面6から離脱するように移動するので、浸漬ノズル1の内壁表面6における Al_2O_3 付着層厚みの成長が抑制され、 Al_2O_3 によるノズル閉塞が防止される。その結果、鋳造可能時間を飛躍的に延長させることが可能となり、又、浸漬ノズル1の内壁表面6における Al_2O_3 粒子の付着・堆積による粗大化を防止することができるので、粗大化した Al_2O_3 の剥離に起因する鋳片の大型介在物を大幅に削減することができる。

【0044】

尚、上記説明では鋳片断面が矩形型の鋳型10について説明したが、鋳片断面が円形の鋳型であっても本発明方法を使用することができる。更に、連続鋳造機の個々の装置は上記に限るものではなく、例えば溶鋼流量調整装置としてスライディングノズル14の代わりにストッパーを用いてもよいように、その機能が同一であればどのような装置としてもよい。

【0045】

【実施例】

【実施例1】

図2に示すスリット型形式の浸漬ノズルを用い、硫黄親和金属から発生する金属ガスをこのスリット内に供給しながら、図1に示す連続鋳造設備によりアルミニルド溶鋼を連続鋳造した。使用した金属ガスは、金属Mg、金属Ca、金属Ceを電気抵抗炉内の金属収納管に装入してガス化し、Arガスを搬送用ガスとしたものであり、このガスをおおよそ100ml/分の流量でスリットに供給した

。電気抵抗炉の金属収納管の温度は900℃、1000℃、1100℃の3水準とし、浸漬ノズルまでのガス導入管も、金属収納管の温度に応じて、それぞれ900℃以上、1000℃以上、1100℃以上となるように加熱・保温した。用いた浸漬ノズルは、 Al_2O_3 - 黒鉛質耐火物材料製である。比較のために、金属ガスを吹き込まない铸造も実施した。

【0046】

铸造条件は、300トン/ヒートを6ヒート連続して铸造後、使用後の浸漬ノズルを回収して吐出孔から20mm上方の内壁表面に付着した付着層厚みを測定した。铸造鋼種は低炭素アルミキルド鋼 (C: 0.04~0.05 mass%、Si: 0.04~0.05 mass%、Mn: 0.1~0.2 mass%、Al: 0.03~0.04 mass%) であり、スラブ幅は950~1200mmの範囲であった。铸造片引き抜き速度は2.2~2.8 m/min であった。

【0047】

付着物の評価は、 Al_2O_3 付着が少なく且つ浸漬ノズル内壁表面に凝固・付着した地金が全く観察されない状態を「付着なし」 (符号: ○で表示) とし、 Al_2O_3 付着が多く且つ浸漬ノズル内壁表面に凝固・付着した地金も多い状態を「付着あり」 (符号: ×で表示) とした。この中間の状態を「若干付着」 (符号: △で表示) とした。表1に、用いた金属ガス、電気抵抗炉の温度、 Al_2O_3 付着厚みの測定結果、及び評価結果を示す。

【0048】

【表1】

試験 No.	金属ガス種	電気抵抗炉 加熱温度(°C)	Al ₂ O ₃ 付着 厚み(mm)	評価
1-1	Mg	1000	5	○
1-2	Mg	900	15	△
1-3	Mg	1100	4	○
1-4	Ca	1000	5	○
1-5	Ce	1000	3.5	○
1-6	—	—	25	×

【0049】

表1からも明らかなように、本発明方法を適用した場合には、金属ガスを導入しない従来の鋳造方法の場合（試験No.1-6）に比べて、Al₂O₃付着量を抑えることができた。そして、特に、電気抵抗炉の温度を1000°C以上とした試験では、評価は全て「付着なし」であった。これに対して、金属ガスを導入しない従来の鋳造方法の場合には、Al₂O₃付着が多く、評価は「付着あり」であった。

【0050】

【実施例2】

図3に示す一体型形式の浸漬ノズル、図4に示す内挿型形式の浸漬ノズル、及び、図5に示す複層型形式の浸漬ノズルを用い、図1に示す連続鋳造設備によりアルミキルド溶鋼を連続鋳造した。使用した硫黄親和金属含有耐火物材料は、Al₂O₃－黒鉛質耐火物材料に、金属Mg粉末、金属Ca粉末、金属Ce粉末を混合・分散させたものである。金属粉末の大きさは0.1～3mmを基準とし、又、金属粉末の配合比率は5 mass%を基準とした。但し、金属Mg粉末の場合には、粉末の大きさ及び配合比率を変更した試験も実施した。用いた浸漬ノズルのノズル母材は、Al₂O₃－黒鉛質耐火物材料である。比較のために、Al₂O₃－黒鉛質耐火物材料で構成された従来の浸漬ノズルを用いた鋳造も実施した。

【0051】

鋳造条件は、300トン／ヒートを6ヒート連続して鋳造後、使用後の浸漬ノズルを回収して吐出孔から2.0mm上方の内壁表面に付着した付着層厚みを測定した。鋳造鋼種は低炭素アルミキルド鋼（C:0.04~0.05mass%、Si:0.04~0.05mass%、Mn:0.1~0.2mass%、Al:0.03~0.04mass%）であり、スラブ幅は950~1200mmの範囲であった。鋳片引き抜き速度は2.2~2.8m/minであった。

【0052】

付着物の評価は、 Al_2O_3 付着が少なく且つ浸漬ノズル内壁表面に凝固・付着した地金が全く観察されない状態を「付着なし」（符号：○で表示）とし、 Al_2O_3 付着が多く且つ浸漬ノズル内壁表面に凝固・付着した地金も多い状態を「付着あり」（符号：×で表示）とした。この中間の状態を「若干付着」（符号：△で表示）とした。表2に、用いた浸漬ノズルの型式、金属種、金属粉末の大きさ、金属粉末の配合比率、 Al_2O_3 付着厚みの測定結果、評価結果、及び使用後の浸漬ノズル状況を示す。

【0053】

【表2】

試験No.	ノズル型式	金属種	金属粉大きさ(mm)	金属粉配合比率(mass%)	Al ₂ O ₃ 付着厚み(mm)	評価	ノズル状況
2-1	一体型	Mg	0.1~3	5	4	○	
2-2	内挿型	Mg	0.1~3	5	5.5	○	
2-3	複層型	Mg	0.1~3	5	6.5	○	
2-4	一体型	Mg	1~5	5	6	○	剥離あり
2-5	一体型	Mg	0.01~1	5	12	△	持続性なし
2-6	内挿型	Mg	0.1~3	2	20	×	持続性なし
2-7	内挿型	Mg	0.1~3	3	10	○	
2-8	内挿型	Mg	0.1~3	10	5	○	
2-9	内挿型	Mg	0.1~3	15	5	○	剥離あり
2-10	内挿型	Ca	0.1~3	5	<5	○	
2-11	内挿型	Ce	0.1~3	5	<5	○	
2-12	従来型	—	—	—	23	×	付着大

【0054】

表2からも明らかなように、本発明方法を適用した場合には、従来の浸漬ノズルを使用した場合（試験No.2-12）に比べて、Al₂O₃付着量を抑えることができた。そして、特に、硫黄親和金属の大きさを0.1~3mmと共に、硫黄親和金属を3~10mass%望ましくは5~10mass%配合した場合には、Al₂O₃付着が非常に少なく且つ浸漬ノズル内壁表面に凝固・付着した地金も全く観察されなかった。3mm以上の金属粉末を配合した場合（試験No.2-4）、及び、金属粉末を10mass%を超えて配合した場合（試験No.2-9）には、使用後の浸漬ノズルに剥離が見られ、耐用性が劣化することが分かった。又、微細な金属粉末を配合した場合（試験No.2-5）、及び、金属粉末の配合比率が少ない場合（試験No.2-6）には、金属粉末が鋳造の初期から中期にかけてガス化してしまい、Al₂O₃付着に対する持続的な効果が得られなかった。

【0055】

【発明の効果】

本発明によれば、浸漬ノズル内壁面での Al_2O_3 付着層の成長を抑制することができ、 Al_2O_3 による浸漬ノズルの閉塞を防止することが可能となる。その結果、鋳造可能時間を飛躍的に延長させることができると同時に、浸漬ノズル内壁から剥離する粗大化した Al_2O_3 に起因する鋳片の大型介在物性の欠陥、並びに、浸漬ノズルの閉塞による鋳型内溶鋼の偏流に起因するモールドパウダ性の欠陥を大幅に削減することができ、工業上有益な効果がもたらされる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態の1例を示す図であり、本発明を実施した連続鋳造設備の鋳型部の正面縦断面の概略図である。

【図2】

発明の実施の形態の1例を示す図であり、本発明を実施するために使用した浸漬ノズルの1例を示す概略図である。

【図3】

発明の実施の形態の1例を示す図であり、本発明を実施するために使用した浸漬ノズルの他の例を示す概略図である。

【図4】

発明の実施の形態の1例を示す図であり、本発明を実施するために使用した浸漬ノズルの他の例を示す概略図である。

【図5】

発明の実施の形態の1例を示す図であり、本発明を実施するために使用した浸漬ノズルの他の例を示す概略図である。

【符号の説明】

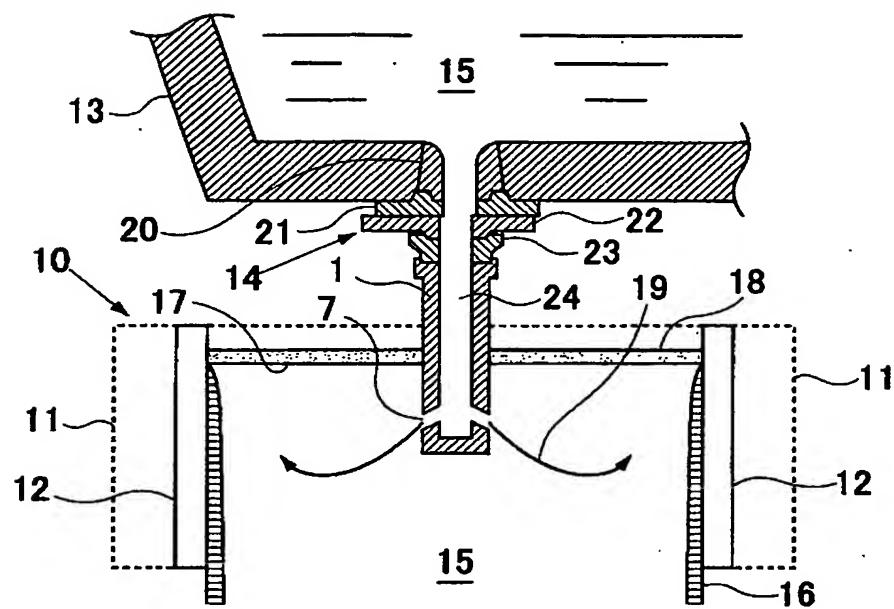
- 1 浸漬ノズル
- 2 硫黄親和金属含有耐火物材料
- 3 スリット
- 4 ノズル母材
- 5 スラグライン部
- 6 内壁表面

- 7 吐出孔
- 8 金属ガス発生装置
- 9 ガス導入管
- 10 鋳型
- 11 鋳型長辺銅板
- 12 鋳型短辺銅板
- 13 タンディッシュ
- 14 スライディングノズル
- 15 溶鋼
- 16 凝固シェル
- 17 溶鋼湯面
- 18 モールドパウダー
- 19 吐出流
- 20 上ノズル
- 21 固定板
- 22 摺動板
- 23 整流ノズル
- 24 溶鋼流出孔

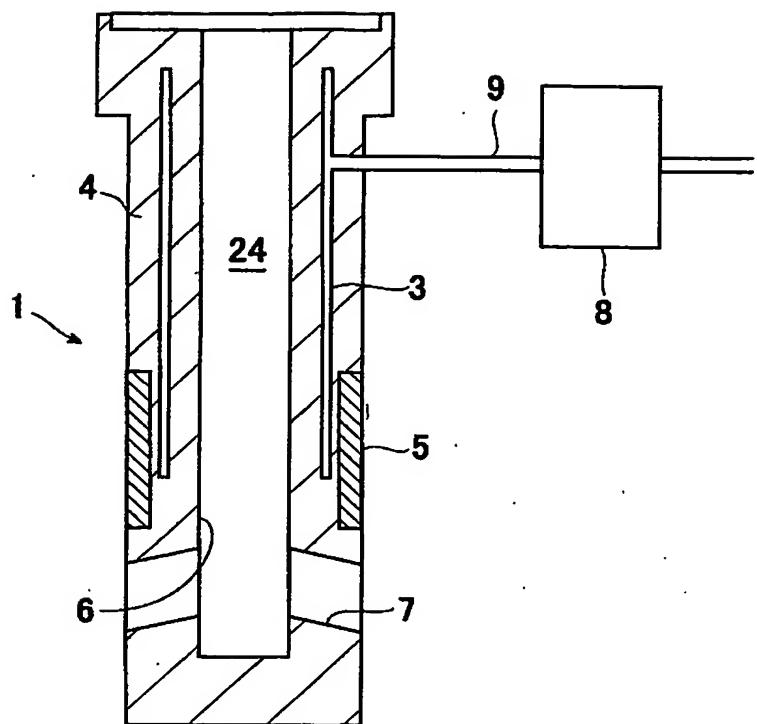
【書類名】

図面

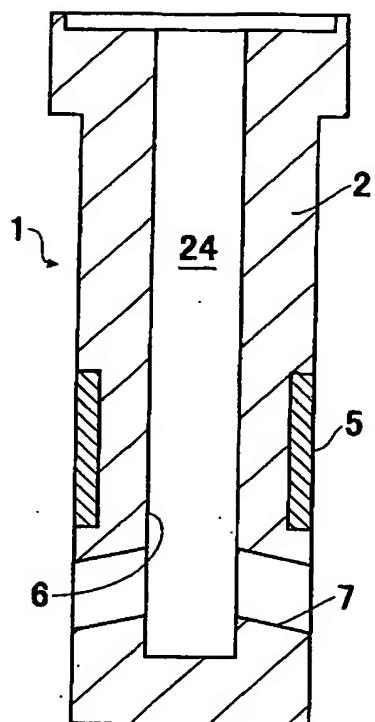
【図1】



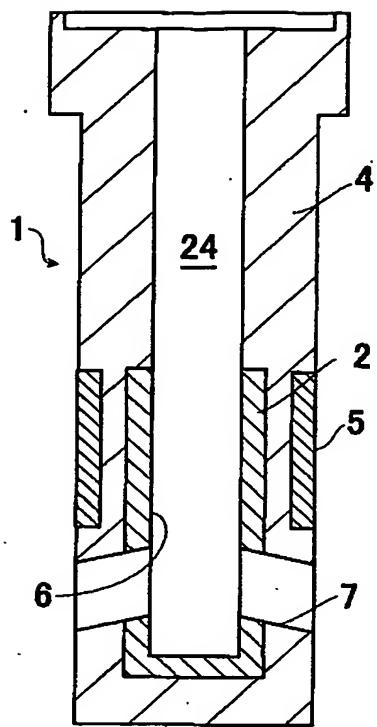
【図2】



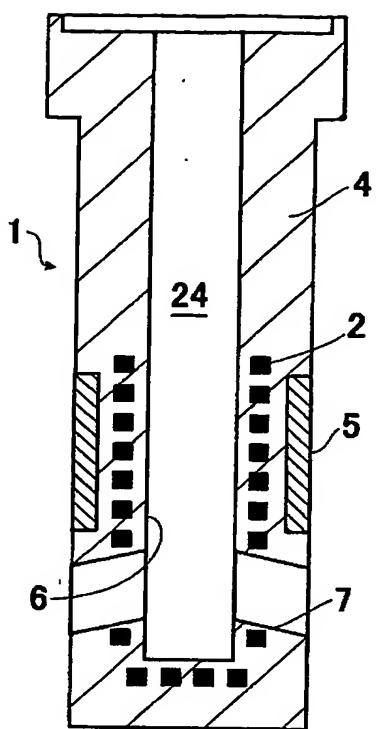
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アルミキルド鋼の連続鋳造の際に、鋳片の清浄性を損なうことなく且つ連続鋳造操業の安定性を阻害することなく、溶鋼中の Al_2O_3 による浸漬ノズルの閉塞を防止する。

【解決手段】 浸漬ノズル 1 を用いて鋳型内にアルミキルド溶鋼を注入する際に、Mgガス、Caガス、Ceガスのうちの 1 種以上を、浸漬ノズルの内壁表面 6 から排出させ、浸漬ノズル内壁表面に接触している部位の溶鋼中の S と反応させる。これによって浸漬ノズル内壁面近傍の溶鋼中 S 濃度を低下させ、当該溶鋼中の Al_2O_3 粒子に対して内壁表面から離れるような界面張力を作用させ、内壁表面における Al_2O_3 付着を防止する。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2002-377845
受付番号 50201977999
書類名 特許願
担当官 第五担当上席 0094
作成日 平成15年 1月 6日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年12月26日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000004123]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

氏 名 日本鋼管株式会社